

KAIZEN : MANAGEMENT SYSTEMS & INDUSTRIAL ENGINEERING JOURNAL
VOL. 1 NO. 1 TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS PGRI MADIUN

**OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI
DI IKM ED ALUMINIUM YOGYAKARTA**

Wildanul Isnaini¹⁾, Andi Sudiarso²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas PGRI Madiun

Email: wildanulisnaini@unipma.ac.id

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada

Email: ansoed@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas, perencanaan produksi bagi industri kecil dan menengah menjadi sesuatu yang penting karena industri tersebut memiliki lebih banyak keterbatasan dalam berbagai hal, baik material, mesin, maupun SDM. Dengan menggunakan sistem perencanaan produksi yang lebih baik, diharapkan IKM dapat meminimalisir kerugian yang mungkin akan didapatkan, tak terkecuali untuk IKM ED Aluminium. Kerugian yang mungkin didapatkan dari sistem perencanaan produksi yang kurang optimal adalah terjadinya overstock ataupun stockout yang tentu saja berimbas pada naiknya biaya atau hilangnya opportunity cost. Belum adanya sistem penjadwalan produksi yang eksak melatarbelakangi perlunya dilakukan optimasi perencanaan produksi di IKM ED Aluminium. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi penjadwalan produksi guna menghasilkan makespan minimal dan lebih baik daripada sistem penjadwalan sebelumnya. Optimasi penjadwalan produksi dilakukan dengan metode Palmer, Algoritma Dannenbring, serta Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS). Ketiga metode ini dipilih karena sesuai dengan proses produksi IKM ED Aluminium, yaitu flowshop. Terdapat 5 kelompok produk yang menjadi objek penelitian yaitu WB, WSD, DE, PE, dan PT. Pada penelitian ini dihasilkan metode dengan mayoritas urutan penjadwalan terbaik yaitu Algoritma CDS karena menghasilkan makespan paling minimum dengan rata-rata minimasi sebesar 33,21%.

Kata kunci: Penjadwalan, Makespan, Palmer, Algoritma Dannenbring, Algoritma CDS

Pendahuluan

Perencanaan produksi bagi Industri Kecil dan Menengah (IKM) menjadi sesuatu yang penting karena industri tersebut memiliki lebih banyak keterbatasan dalam berbagai hal, baik material, mesin, maupun SDM [5]. Dengan menggunakan sistem perencanaan produksi yang lebih baik, diharapkan IKM dapat meminimalisir kerugian yang mungkin akan didapatkan. Kerugian yang mungkin didapatkan dari sistem perencanaan produksi yang kurang optimal adalah terjadinya *overstock* ataupun *stockout*. *Overstock* adalah kondisi dimana jumlah produksi lebih banyak daripada permintaan sehingga banyak produk yang mengendap digudang dan tidak menghasilkan uang. Sedangkan *stockout* adalah kondisi dimana jumlah produksi lebih sedikit dibandingkan permintaan pasar sehingga menyebabkan hilangnya *opportunity cost*.

ED Aluminium merupakan IKM yang awalnya bergerak dalam bidang pengecoran alat rumah tangga yang berbahan baku aluminium. Banyaknya variasi produk serta masih digunakannya intuisi dalam memperkirakan *demand* menyebabkan banyaknya inventori barang jadi maupun barang setengah jadi. Data stok bulan desember 2015 ED Aluminium menunjukkan adanya beberapa produk yang mengalami *overstock* dan ada pula beberapa produk yang hampir mengalami *stockout*.

Langkah pertama dalam perencanaan produksi adalah melakukan peramalan dengan tepat untuk setiap *item* yang akan diproduksi [1]. Hasil peramalan ini kemudian digunakan untuk menentukan jadwal produksi, mengontrol persediaan, beban tiap mesin, menentukan keperluan *material handling*, dan menentukan besarnya level kerja selama produksi berlangsung. Peramalan adalah sebuah metode yang menggunakan data historis untuk memprediksi kondisi masa depan [1]. Adanya perkiraan permintaan yang reliabel sebelum melakukan penjadwalan produksi dapat menghindarkan perusahaan untuk mengalami *overstock* atau *stockout*. Peramalan produksi di IKM ED Aluminium Yogyakarta telah dilakukan pada penelitian sebelumnya [4] yang menghasilkan metode peramalan terbaik yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penjualan pada bulan Januari-November 2015 yaitu: SARIMA (3,1,1)(0,1,1)₁₂ untuk WB, SARIMA (1,1,1)(1,0,1)₆ untuk WSD, SARIMA (1,1,1)(1,1,0)₆ untuk DE, SARIMA

(2,1,1)(1,1,0)₆ untuk PE, dan SARIMA (2,1,3)(0,1,0)₁₂ untuk PT. Hasil peramalan jumlah penjualan inilah yang nantinya digunakan sebagai inputan jumlah produksi yang kemudian akan diolah menjadi jadwal produksi.

Penjadwalan merupakan aspek penting pada industri manufaktur dan jasa untuk mengontrol operasi [7]. Terdapat 4 kriteria dalam pengambilan keputusan penjadwalan yaitu minimasi *idle time*, minimasi total waktu *setup*, minimasi *work in process inventory*, serta minimasi utilitas mesin. Penentuan jadwal yang memenuhi kriteria tersebut sangatlah sulit. Untuk menyederhanakan masalah, digunakan kriteria yang dapat mewakili beberapa kriteria tersebut yaitu minimasi *makespan* [2]. Minimasi *makespan* adalah meminimumkan waktu keseluruhan operasi proses secara lengkap. Minimasi *makespan* cenderung menghasilkan *idle time* yang pendek, persediaan barang setengah jadi yang rendah, serta utilitas mesin tinggi [2].

Berdasarkan latarbelakang yang telah dipaparkan, dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang optimasi penjadwalan serta usulan perbaikan metode penjadwalan produksi dengan parameter minimum *makespan*. Metode penjadwalan yang digunakan adalah metode penjadwalan yang sesuai dengan sistem produksi *flowshop* di IKM ED Aluminium, yaitu Palmer, Algoritma Dannenbring, serta Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS). Penjadwalan pada sistem produksi *flowshop* didefinisikan sebagai penjadwalan yang dilakukan berdasarkan suatu aliran produksi, dimana mesin-mesin yang ada disusun sesuai dengan urutan proses produksinya dan setiap *job* harus memenuhi urutan yang sama [6].

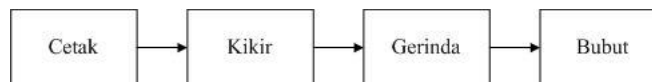
Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur tentang penjadwalan produksi. Kemudian, dilakukan pengumpulan data berupa data jumlah produksi serta data waktu proses produksi pada masing-masing stasiun kerja. Untuk melakukan penjadwalan produksi, digunakan hasil disagregasi peramalan dari penelitian sebelumnya sebagai inputan penghitungan waktu dalam penjadwalan. Total waktu pengerjaan tersebut didapatkan dari hasil perkalian antara hasil peramalan *demand* produk *j* pada periode *n* dan waktu pengerjaan pada mesin *m*. Setelah seluruh total waktu pengerjaan setiap produk pada tiap mesin didapatkan, selanjutnya dilakukan penjadwalan produksi.

Metode penjadwalan produksi yang digunakan pada penelitian ini adalah Palmer, Algoritma Dannenbring, serta Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS). Ketiga metode ini akan menghasilkan urutan *job* dengan fungsi tujuan untuk meminimalkan *makespan* [2]. Metode-metode ini dipilih karena sesuai dengan kondisi sistem produksi di ED Aluminium yaitu melibatkan banyak variasi produk, dimana tiap produk mempunyai urutan dan melewati mesin yang sama (*Flow Shop*). Metode yang terbaik adalah yang menghasilkan *makespan* terkecil.

Hasil dan Pembahasan

Secara umum, produk-produk ED Aluminium diproses dengan urutan dan mesin yang sama. Atau, dapat dikatakan bahwa tipe produksi pada IKM tersebut adalah *flowshop*. Berikut adalah alur produksi di IKM ED Aluminium:



Gambar 1. Alur Produksi IKM ED Aluminium

Sebelum melakukan penjadwalan produksi, terlebih dahulu perlu dilakukan peramalan [4] untuk memprediksi jumlah penjualan produk pada tahun 2015. Hasil peramalan tersebut akan digunakan sebagai inputan jumlah produksi pada penjadwalan. Terdapat 30 produk yang akan dijadwalkan. Dari 30 produk ini, akan diagregatkan atau dikelompokkan berdasarkan *family* masing-masing berdasarkan harga jualnya, yaitu Wajan Biasa (WB), Wajan Super Dinar (WSD), Dandang Ekonomi (DE), Panci Ekonomi (PE), dan Panci Tasik (PT).

Hasil peramalan agregat kemudian dipecah (disagregasi) menjadi peramalan per *item* [4]. Disagregasi dilakukan agar hasil peramalan dapat diimplementasikan menjadi jadwal induk produksi untuk merencanakan produksi. Disagregasi peramalan dilakukan dengan metode persentase. Yaitu melihat persentase harga penjualan unit dibandingkan dengan persentase total.

Dalam penelitian ini digunakan 3 metode penjadwalan yaitu Palmer, Algoritma Dannenbring, serta Algoritma Campbell Dukdek Smith (CDS). Ketiga metode ini dipilih karena sesuai dengan sistem produksi ED Aluminium yaitu *flowshop*. Pada tipe penjadwalan ini, terdapat sejumlah pekerjaan (*job*) yang tiap-tiap *job* memiliki urutan

pekerjaan mesin yang sama. Atau dapat dikatakan, penjadwalan *flow shop* mengurutkan *n job* yang diproses dalam setiap mesin dimana urutan mesin pada setiap *jobs* sama dan tetap.

Hasil peramalan jumlah penjualan pada bulan Januari-November 2015 digunakan sebagai inputan data waktu untuk proses penjadwalan. Sebelum dilakukan penjadwalan menggunakan hasil peramalan, terlebih dahulu perlu dilihat apakah usulan metode dapat memperbaiki dan mempersingkat *makespan*. Untuk melakukan perbandingan tersebut, digunakan data historis produksi pada bulan Agustus 2015. Data historis produksi ini digunakan sebagai inputan jumlah produk yang nantinya akan menjadi total waktu produksi. Dengan cara ini, dapat dilihat apakah metode usulan menghasilkan *makespan* yang lebih baik atau tidak jika dibandingkan dengan aktual. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, produk yang akan dijadwalkan berjumlah 30 yang dibagi menjadi kelompok wajan (25 produk) dan Panci Tasik (5 produk). PT tidak dijadwalkan bersama dengan 25 produk lainnya karena PT dikerjakan dengan sistem *outsourcing*. Sehingga, *resources* yang digunakan pun berbeda.

Metode Palmer

Langkah awal untuk melakukan penjadwalan dengan metode palmer adalah menghitung total waktu proses pekerjaan (*job*) pada masing-masing mesin. Total waktu proses ini didapatkan dari penjumlahan perkalian antara jumlah produk yang akan diproduksi (*n*) dengan waktu proses pekerjaan pada masing-masing mesin (t_{ij}). Setelah itu, perlu dihitung *slope index* (S_j) untuk masing-masing pekerjaan (*job*). *Slope index*. *Slope index* kemudian diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil. Hasil pengurutan inilah nantinya yang akan menjadi urutan penjadwalan metode Palmer. Tabel 1 menunjukkan hasil pengurutan pekerjaan berdasarkan *slope index* yang sudah dihitung sebelumnya.

Tabel 1. Hasil Pengurutan Metode Palmer Berdasarkan *Slope Index*

Sebelum di Urutkan			Setelah diurutkan		
Produk	Slope Index		Produk	Slope Index	
Wajan Biasa 12	S1	-136474	Dandang Ekonomi 28	S19	71699,5
Wajan Biasa 13	S2	-119253	Dandang Ekonomi 26	S18	22089
Wajan Biasa 14	S3	-148361	Dandang Ekonomi 45	S23	20577
Wajan Biasa 15	S4	-50799	Wajan Super Dinar 22	S15	-2346,5
Wajan Biasa 16	S5	-119401	Panci Ekonomi 40	S25	-16815
Wajan Biasa 18	S6	-169940	Wajan Super Dinar 18	S13	-29101,5
Wajan Biasa 20	S7	-118401	Wajan Biasa 26	S10	-48180
Wajan Biasa 26	S10	-48180	Wajan Biasa 15	S4	-50799
Wajan Super Dinar 15	S11	-86718,7	Wajan Super Dinar 20	S14	-51968
Wajan Super Dinar 16	S12	-65820,6	Wajan Super Dinar 24	S16	-52812
Wajan Super Dinar 18	S13	-29101,5	Wajan Super Dinar 16	S12	-65820,6
Wajan Super Dinar 20	S14	-51968	Wajan Super Dinar 15	S11	-86718,7
Wajan Super Dinar 22	S15	-2346,5	Wajan Biasa 20	S7	-118401
Wajan Super Dinar 24	S16	-52812	Wajan Biasa 13	S2	-119253
Dandang Ekonomi 26	S18	22089	Wajan Biasa 16	S5	-119401
Dandang Ekonomi 28	S19	71699,5	Wajan Biasa 12	S1	-136474
Dandang Ekonomi 45	S23	20577	Wajan Biasa 14	S3	-148361
Panci Ekonomi 40	S25	-16815	Wajan Biasa 18	S6	-169940

Pada bulan Agustus 2015, ED Aluminium tidak memproduksi ke 30 varian produknya. Sehingga, pada Tabel 1 tertera produk-produk yang diproduksi pada bulan Agustus 2015 saja. Setelah didapatkan urutan *job*, kemudian dari urutan tersebut akan dihitung berapa besar *makespan*-nya. Dalam penelitian ini, sedikit terdapat perbedaan dengan penjadwalan-penjadwalan lainnya karena melibatkan pekerjaan mesin secara paralel. Bekerja secara paralel disini artinya mesin bekerja di waktu yang sama dengan produk yang berbeda. Cetak mempunyai 10 stasiun yang bekerja secara paralel, kikir mempunyai 2 stasiun, gerinda mempunyai 1 stasiun, dan bubut mempunyai 9 stasiun. Adanya pekerjaan paralel ini mempengaruhi *makespan* yang dihasilkan. Dari perhitungan *makepan* yang dilakukan, metode Palmer menghasilkan *makespan* sebesar 24,1 hari atau 7% lebih cepat jika dibandingkan dengan proses produksi yang berjalan disistem aktual (26 hari).

Algoritma Dannenbring

Metode ini menggunakan prinsip *Rapid Acces* yaitu mengkombinasikan metode CDS dengan konsep *slope index* yang dikembangkan oleh Palmer [2]. Sama seperti metode Palmer, pada algoritma Dannenbring pun perlu dilakukan pengurutan *job* terlebih dahulu sebelum menghitung makespan. Perhitungan waktu proses dilakukan dengan mencari nilai P_{11} dan P_{12} . Kemudian, P_{11} dan P_{12} diurutkan seperti Algoritma CDS sehingga menghasilkan urutan *job* untuk menghitung *makespan*. Perhitungan *makespan* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Makespan* Metode Dannenbring Data Produksi Agustus 2015

Makespan				
Produk	M1	M2	M3	M4
Wajan Biasa 20	184395	357144	427020	566772
Wajan Biasa 13	172560	259846,6	485153,9	587970,9
Wajan Biasa 16	135722	369878,6	495586,9	584922,9
Wajan Biasa 12	131768	460756	538065,9	599243,9
Wajan Biasa 14	143016	456010,6	589094,9	644919,6
Dandang Ekonomi 28	89903	89903	596649,9	731875,9
Dandang Ekonomi 45	104690	104690	607604,9	722402,9
Wajan Super Dinar 24	93236	531070,6	616205,9	696401,9
Wajan Biasa 15	78057	543849	638632,9	703060,9
Wajan Biasa 18	125990	621980,6	649012,9	690439,9
Panci Ekonomi 40	181677	181677	660642,9	750129,9
Wajan Super Dinar 20	153327	589497	679199,9	717935,9
Wajan Super Dinar 15	163316	672748,6	694815,5	719727,5
Wajan Super Dinar 18	155825	616337	701630,5	740966,5
Wajan Super Dinar 16	183750	698033,6	716665,5	734888,8
Wajan Biasa 26	179918	644797	723060,5	747372,5
Dandang Ekonomi 26	161768	161768	725405,5	766349,5
Wajan Super Dinar 22	145783	699257,6	725686,5	728130,5
Detik				766349,5
Menit				12772,49
Jam				212,8749
Hari Kerja				26,60936

Hasil perhitungan makespan dengan Algoritma Dannenbring tidak menunjukkan nilai yang lebih baik daripada Palmer, yaitu 26,6 hari. Hasil *makespan* Algoritma Dannenbring melebihi makespan aktual ED Aluminium yaitu 26 hari. Namun, dengan pertimbangan bahwa nilai makespannya tidak terpaut jauh, maka Algoritma Dannenbring tetap akan digunakan dalam penjadwalan hasil peramalan.

Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS)

Metode ketiga yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS). Metode CDS merupakan pengembangan dari algoritma Jhonson yang melakukan penjadwalan produksi berdasarkan atas waktu proses terkecil pada n *job* dan m mesin. Penjadwalan CDS pada penelitian ini menghasilkan 3 iterasi karena melibatkan 4 mesin. Tabel 3. menunjukkan hasil urutan pekerjaan 3 iterasi dan besar makespan yang dihasilkan.

Tabel 3. Urutan Pekerjaan dan *Makespan* Algoritma CDS

No	Produk		
	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3
1	Dandang Ekonomi 26	Dandang Ekonomi 26	Dandang Ekonomi 26
2	Dandang Ekonomi 28	Dandang Ekonomi 28	Dandang Ekonomi 28
3	Dandang Ekonomi 45	Dandang Ekonomi 45	Dandang Ekonomi 45
4	Wajan Biasa 20	Wajan Biasa 20	Wajan Biasa 20
5	Wajan Biasa 13	Wajan Biasa 13	Wajan Biasa 13
6	Wajan Biasa 16	Wajan Biasa 14	Wajan Biasa 16
7	Panci Ekonomi 40	Wajan Biasa 12	Wajan Biasa 12

Tabel 3. Urutan Pekerjaan dan *Makespan* Algoritma CDS (Lanjutan)

No	Produk		
	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3
8	Wajan Super Dinar 24	Wajan Biasa 16	Wajan Biasa 14
9	Wajan Biasa 15	Panci Ekonomi 40	Wajan Biasa 15
10	Wajan Biasa 12	Wajan Super Dinar 24	Wajan Super Dinar 24
11	Wajan Biasa 14	Wajan Biasa 15	Wajan Biasa 18
12	Wajan Biasa 18	Wajan Super Dinar 20	Wajan Super Dinar 20
13	Wajan Super Dinar 18	Wajan Biasa 18	Panci Ekonomi 40
14	Wajan Super Dinar 20	Wajan Super Dinar 18	Wajan Super Dinar 15
15	Wajan Super Dinar 15	Wajan Super Dinar 15	Wajan Super Dinar 18
16	Wajan Biasa 26	Wajan Super Dinar 16	Wajan Biasa 26
17	Wajan Super Dinar 16	Wajan Biasa 26	Wajan Super Dinar 16
18	Wajan Super Dinar 22	Wajan Super Dinar 22	Wajan Super Dinar 22
Makespan	25,5 hari	25,9 hari	23,6 hari

Dari Tabel 4 didapatkan urutan pekerjaan pada iterasi ke-3 menghasilkan *makespan* yang paling minimal, yaitu 23,6 hari atau 9% lebih cepat daripada *makespan* aktual. Iterasi 1 dan 2 pun mempunyai *makespan* yang lebih baik daripada metode aktual. Oleh karena itu, metode Algoritma CDS pun akan disertakan untuk melakukan perhitungan *makespan* pada jadwal hasil peramalan.

Seperti yang telah diketahui bahwa metode usulan menghasilkan *makespan* yang lebih baik daripada aktual, maka 3 metode tersebut akan digunakan untuk menjadwalkan produksi pada bulan Januari-November 2015. Inputan jumlah produksi yang digunakan berasal dari hasil peramalan penjualan yang telah dipaparkan sebelumnya. Dari ketiga metode ini, kemudian akan dipilih metode terbaik yang mempunyai *makespan* paling minimal. Metode inilah yang akan dijadikan acuan ED Aluminium untuk melakukan produksi dalam 11 bulan. Perbandingan *makespan* antara aktual di ED Aluminium dengan Metode Palmer, Algoritma Dannenbring, dan Algoritma CDS dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Makespan* Bulan Januari-November 2015

No	Month	<i>Makespan (days)</i>					
		ED	Palmer	Dannenbring	CDS k=1	CDS k=2	CDS k=3
	Agustus Data Produksi	26	24,1	26,6	25,6	25,9	23,6
1	Jan-15		18,5	17,1	18,8	18,0	18,4
2	Feb-15		15,5	13,1	15,2	15,5	15,8
3	Mar-15		11,5	11,7	11,9	11,7	11,6
4	Apr-15		13,9	13,1	14,4	14,0	14,2
5	Mei-15		12,9	13,4	12,9	13,4	12,8
6	Jun-15		17,3	16,1	17,1	15,8	15,7
7	Jul-15		20,6	21,7	21,1	21,1	20,6
8	Agust-15		21,0	21,4	21,3	20,6	21,2
9	Sep-15		22,8	22,5	22,6	21,7	22,5
10	Okt-15		19,07	22,54	18,69	18,55	18,59
11	Nop-15		11,87	18,42	11,67	11,80	12,02

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua metode menghasilkan *makespan* yang lebih kecil dibandingkan dengan *makespan* aktual yaitu 26 hari. Metode yang menghasilkan *makespan* terkecil paling banyak adalah CDS yaitu 7 bulan. Jika dirata-rata, penggunaan metode penjadwalan yang eksak dapat meminimasi *makespan* sebesar 38,31% dibandingkan aktual. Rincian besar minimasi *makespan* ditunjukkan Tabel 5.

Tabel 5. Besar Minimasi Makespan Metode Terbaik

No	Bulan	ED	Makespan Minimum (Hari)	Besar Minimasi
1	Jan-15	26	17,1	34,10%
2	Feb-15	26	13,1	49,48%
3	Mar-15	26	11,5	55,87%
4	Apr-15	26	13,1	49,43%
5	Mei-15	26	12,8	50,84%
6	Jun-15	26	15,7	39,80%
7	Jul-15	26	20,6	20,64%
8	Agust-15	26	20,6	20,89%
9	Sep-15	26	21,7	16,58%
10	Okt-15	26	18,6	28,65%
11	Nop-15	26	11,67	55,10%

Selain menjadwalkan 25 produk wajan, penelitian ini juga akan menjadwalkan 5 item Panci Tasik yang diproduksi secara *outsourcing*. Walaupun tidak dapat dibandingkan dengan kondisi aktual, karena adanya keterbatasan data, jadwal ini dapat dijadikan sebagai masukan untuk ED Aluminium. Untuk panci tasik, penjadwalan dengan makespan minimal didapatkan dengan Algoritma CDS iterasi 1.

Simpulan

Berdasarkan uraian dan hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa optimasi penjadwalan produksi terbaik di IKM ED Aluminium didapatkan dari Algoritma CDS. Hasil dari algoritma CDS menghasilkan *makespan* paling minimum dengan rata-rata sebesar 33,21%.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih atas hibah yang diberikan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas PGRI Madiun sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan selesai tepat pada waktunya.

Daftar Pustaka

- [1] Elsayed, A. dan Boucher, T., *Analysis and Control of Production System*, Prentice Hall International: Canada, 1994.
- [2] Ginting, R., *Penjadwalan Mesin*, Graha Ilmu, Jawa Timur, 2009.
- [3] Hanke J., dan Wichern D., *Business Forecasting*, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2005.
- [4] Isnaini, W., dan Sudiarso, A., 2016, Peramalan Jumlah Permintaan Di IKM ED Aluminium Yogyakarta Menggunakan Pendekatan Kausal, Time Series, dan Gabungan Kausal-Time Series, Madiun.
- [5] Kemenperin, Perencanaan Pengendalian Produksi pada Industri Kecil Menengah, 2014, retrieved from <http://bdisurabaya.kemenperin.go.id> on 3 Maret. 2016.
- [6] Krisnawati, M., Perbandingan Performansi Algoritma Cross Entropy (CE) dan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) pada Penyelesaian Permasalahan Flowshop Scheduling, *Dinamika Teknik*, Vol.5, pp.53-63, 2011.
- [7] Nahmias, S., *Production and Operation Analysis 3rd ed.*, Irwin/McGraw-Hill, Singapore, 1997.